

## ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

УДК 620.9:621.039:621.311.22:697.3.003 (045)

И.П. Шпорта, П.Н. Кнотько,  
Б.В. Яковлев (канд. техн. наук),  
В.И. Трутаев

### РОЛЬ БЕЛОРУССКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ВНИПИЭНЕРГОПРОМА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Развитие производительных сил на современном этапе сопровождается интенсивным ростом потребления энергетических ресурсов (ЭР). Только за годы девятой пятилетки общее их потребление в нашей стране возросло более чем в 1,3 раза и достигло 1,7 млрд. ту. т, а к концу текущего столетия возрастет до 5,6 млрд. ту. т, или до 17 ту. т в год в расчете на одного жителя.

Значительная роль в решении вопросов экономии ЭР принадлежит проектным, конструкторским и научно-исследовательским организациям. 25 лет Белорусское отделение ВНИПИЭнергопром проектирует теплоисточники и системы теплоснабжения городов и промышленных центров. За этот период по проектам отделения построено 25 новых ТЭЦ, расширено и реконструировано 40 электростанций, введено в эксплуатацию более 300 км магистральных тепловых сетей. Общая мощность построенных и строящихся по проектам отделения ТЭЦ в республике составляет около 3 млн. кВт, или 40% общей мощности энергосистемы. Прогрессивные решения особенно в теплофикации и централизации теплоснабжения городов республики позволили Белорусской энергосистеме стать одной из самых экономичных и передовых энергосистем страны, о чем свидетельствуют показатели удельных расходов условного топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию. В 1976 г. эти показатели составили 310,4 г/кВт·ч и 170, 31 кГ/Гкал, что ниже средних по Минэнерго СССР.

В проектах отделения предусматривались наиболее прогрессивные технические решения. Например, на Минской ТЭЦ-3 был введен в эксплуатацию первый в стране теплофикационный турбоагрегат Т-100-130, на Мозырской ТЭЦ - один из головных турбоагрегатов ПТ-135-130, на Бобруйской ТЭЦ-2 - головной

газоплотный котлоагрегат БКЗ-420-140. Широкое применение получил разработанный (с участием отделения) проект серийной газомазутной ТЭЦ заводского изготовления (ТЭЦ-ЗИГМ), что позволило на 10-12% снизить капитальные вложения, сократить трудозатраты и сроки строительства. По этому проекту строится крупнейшая в республике Минская ТЭЦ-4 мощностью 900 МВт. В настоящее время отделение располагает высококвалифицированными кадрами инженеров-проектировщиков. Ему поручается проектирование ряда зарубежных энергетических объектов в Югославии, Нигерии, Ливии, разработка схем теплоснабжения городов на базе атомных источников тепла, включая такие города, как Москва и Одесса.

С 1973 г. на базе ранее существующего института "Промэнергопроект" образовано Белорусское отделение Всесоюзного Государственного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института энергетики промышленности (ВНИПИэнергопром), который является головной организацией по проведению научных исследований и проектно-конструкторских разработок в области использования топливно-энергетических ресурсов в промышленности и систем централизованного теплоснабжения, в том числе с атомными источниками.

В Белорусском отделении ВНИПИэнергопрома организованы два научных подразделения - отдел промышленной энергетики и лаборатория централизованного теплоснабжения. В соответствии с координационным планом научно-исследовательских работ, утвержденным Государственным комитетом науки и техники (ГКНТ) при Совете Министров СССР, в отделении исследуются вопросы рационального использования энергоресурсов в химической и автомобильной отраслях промышленности, ведутся работы по совершенствованию и повышению надежности систем централизованного теплоснабжения, исследуются оптимальные профили атомных теплоснабжающих установок, проводятся технико-экономические исследования развития топливно-энергетического комплекса с учетом ядерной энергетики и экологических факторов. Отделением выполнен ряд работ, обеспечивающих значительную экономию энергоресурсов в народном хозяйстве. Отдел промышленной энергетики совместно с Минским отделением НИИТЭХИМ разработал технико-экономический доклад о важнейших направлениях научно-технического прогресса в промышленной энергетике и эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в промышленности, который направлен в Минэнерго СССР и Госплан СССР.

Совместно с Госэнергонадзором проведено обследование состояния энергоиспользования наиболее энергоемких предприятий: Гродненского ПО "Азот", Полоцкого ПО "Полимир", Солигорского ПО "Белорускалий", Славянского ПО "Химпром", а также Минского и Волжского автомобильных заводов. Выявлены значительные резервы экономии энергоресурсов, например, на Гродненском ПО "Азот" – до 28 тыс. т. у. т. на Минском автозаводе – 23 тыс. Гкал тепла и 5,4 млн. кВт ч электроэнергии, на Полоцком ПО "Полимир" – 200 тыс. Гкал тепла.

Основными направлениями научно-экспериментальных работ в области промышленной энергетики являются исследования по рациональному использованию энергоресурсов, разработке и внедрению энерготехнологических и комплексных процессов, внедрению достижений технического прогресса в области утилизации вторичных энергетических ресурсов. Эти задачи могут быть успешно решены только в тесном контакте с промышленными предприятиями. Примером служат проводимые совместно с ПО "Белорускалий" экспериментальные исследования по повышению эффективности энергоиспользования в сушильных установках и работы по совершенствованию процессов грануляции и очистки минеральных удобрений на Гродненском ПО "Азот".

Отделением предложено применить в городах трехцелевую атомную водотеплоэлектроцентраль (АВТЭЦ), позволяющую наряду с производством электрической и тепловой энергии получать качественный дистиллят за счет термической дистилляции городских сточных вод. Основные преимущества АВТЭЦ заключаются в комплексном решении экологических проблем и вопросов энерго- и водоснабжения крупных городов.

Выполненные в отделении исследовательские и проектные работы АВТЭЦ приняты в схемах теплоснабжения ряда городов страны.

Лаборатория централизованного теплоснабжения активно занимается исследованиями в направлении поиска оптимального профиля мощности атомных теплоисточников, выбора оптимальных атомных энергоустановок в регионе, совершенствования тепло-снабжающих систем с атомными теплоисточниками. Первые этапы исследований показали, что наиболее рациональным типом реактора для атомных котельных на современном этапе является водоводяной энергетический реактор с естественной циркуляцией, а экономически оправданная единичная мощность атомной котельной находится в пределах от 300 до 1500 Гкал/ч в зависимости от местных условий и стоимости органического топлива.

Значительную экономию органического топлива можно получить также за счет дальнейшего совершенствования систем централизованного теплоснабжения городов и промышленных центров. Развернуты работы по совершенствованию таких систем и повышению их надежности. Проведен анализ целесообразности применения однотрубного транспорта тепла, исследована совместная работа различных теплоисточников на общие тепловые сети, определены оптимальные радиусы действия ТЭЦ и ГРЭС при однотрубном и двухтрубном транспорте тепла, оптимальные мощности пиковых котельных, разработаны схемы включения аккумулялирующих емкостей в системах теплоснабжения.

В стадии разработки находятся важные для данного момента вопросы повышения надежности крупных теплоснабжающих систем. Анализ собранных данных повреждаемости тепловых сетей г. Минска позволил выявить определенные закономерности повреждений и сделать ряд практических рекомендаций по повышению надежности и снижению капитальных затрат. В частности, исходя из сроков службы теплопроводов и их повреждаемости, предложено пересмотреть существующую тенденцию применения труб большого диаметра (более 1 м). Указанные рекомендации были учтены при оценке надежности вариантов схемы теплоснабжения г. Минска (в перспективе до 1990 г.).

Значительное внимание уделяется также решению острых экологических проблем, связанных с развитием энергетики. В проектной практике широко применяются технические решения, обеспечивающие снижение выбросов и концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, очистку загрязненных сточных вод и сокращение шума от работающего оборудования. Комплексно эти решения учитываются в ведущейся в настоящее время разработке так называемой "бессточной" ТЭЦ, базирующейся на принципах безотходной технологии. Проектирование систем централизованного теплоснабжения с участием научных подразделений позволяет решать экологические проблемы в комплексе. Например, при разработке схемы теплоснабжения г. Минска с экологических позиций рассмотрена структура перспективного топливного баланса теплоисточников, определены необходимые уровни потребления газа в периоды максимальных нагрузок и неблагоприятных погодных условий, рационально распределены тепловые нагрузки между энергетическими установками. Внедрение этих мероприятий поможет значительно улучшить санитарное состояние в городе при умеренных затратах на их осуществление.

Совместно с Белфилиалом ЭНИН им. Г.М. Кржижановского выполнена работа по оценке экономической эффективности возможных мероприятий по охране окружающей среды в г.Минске от загрязнений выбросами теплоэнергетических установок. В ней показано, что к концу текущей пятилетки экономический ущерб от этих загрязнений, определенный по действующей методике, составит более 10 млн.руб. в год. При осуществлении всего комплекса возможных мероприятий общий выброс указанных загрязнений может быть снижен примерно в четыре раза. При этом уменьшение выбросов окислов азота достигается наладкой и совершенствованием процесса сжигания топлива, что требует сравнительно небольших затрат. Подавление же окислов серы требует сложных и дорогостоящих систем очистки топлива и продуктов сгорания.

В Белорусском отделении ВНИПИэнергопром установились деловые и творческие связи со многими академическими, отраслевыми и учебными институтами. Эффективной формой связи с предприятиями и организациями явилось заключение договоров о творческом содружестве. В настоящее время такие договора заключены с Белорусским политехническим институтом, ИТМО им. А.В. Лыкова, Одесским институтом "Укрюжгпромкоммунстрой", Гродненским ПО "Азот", Гомельским химкомбинатом.

Большие и сложные задачи стоят перед отделением в X пятилетке. В значительной мере они связаны с принятым на XXV съезде партии курсом на перестройку структуры топливного баланса страны в направлении резкого увеличения потребления твердых видов топлива и опережающее развитие ядерной энергетики. В связи с этим отделение приступило к разработке нового типового проекта крупной серийной ТЭЦ заводского изготовления на твердом топливе (ТЭЦ-ЗИТТ) с решением вопросов проектирования и выбора высоты дымовых труб, систем серочистки и золоулавливания.

В работах по атомной тематике основное внимание будет уделено определению оптимального профиля атомных теплоисточников с учетом энергоэкономических и режимных характеристик атомного энергооборудования и конкретных условий его эксплуатации в теплоснабжающих системах. Будут также продолжены работы по повышению эффективности теплоснабжающих систем за счет реконструкции турбин топливных КЭС с переводом их в теплофикационный режим в сочетании с дальним теплоснабжением. Дальнейшее развитие получают исследования по выявлению маневренных возможностей ТЭЦ и их участия в покрытии переменной части графика электрических нагрузок энергосистемы.

Резюме. Излагаются основные направления и результаты проектных и научно-исследовательских работ в Белорусском отделе ВНИПИэнергопром, показана роль отделения в повышении эффективности теплофикации и развитии исследований по актуальным проблемам энергетики.

УДК 621.165.003.13

А.Д. Качан, канд.техн. наук,  
А.М. Леонков, канд. техн. наук, П.Н. Шиша

### К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА ТЭЦ

Распределение тепловых нагрузок между турбинами не должно проводиться только по принципу получения максимальной выработки электроэнергии на тепловом потреблении, так как может оказаться, что достигнутое в результате распределение конденсационной выработки не является оптимальным. Увеличение доли конденсационной выработки на малоэкономичных агрегатах может привести к возрастанию суммарного расхода топлива (тепла).

Наивыгоднейший режим работы ТЭЦ определяется условием получения минимального расхода топлива в энергосистеме или минимальной величины расхода тепла на турбоустановки. Такой режим может достигаться путем перехода от допустимого варианта распределения нагрузок к оптимальному в следующей последовательности:

1) распределяются электрические нагрузки в предположении, что тепловые покрываются редуцированным паром (допустимый вариант);

2) производится оптимизация режимов работы ТЭЦ путем передачи тепловых нагрузок на турбины в порядке уменьшения коэффициентов отбора

$$K = 1 - W (q_K - q_T), \quad (1)$$

где  $W$  – удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении;  $q_K$ ,  $q_T$  – удельный расход тепла на выработку электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам.

Очевидно, в итоге будет достигаться минимальный расход тепла (топлива) в комбинированной схеме энергоснабжения по сравнению с раздельной, т.е. наиболее экономичный вариант работы ТЭЦ.